

PEYNİRLERDE AFLATOKSİN M₁ VARLIĞI VE AFLATOKSİN M₁ KONSANTRASYONU ÜZERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Selda BULCA¹, Cavit BİRCAN¹

ÖZET

Ülkemizde toplam çiğ süt üretiminin yaklaşık %40'ı peynir üretiminde kullanılmaktadır ki bu 4-5 milyon tonluk bir çiğ sütün peynire işlendiği anlamına gelmektedir. Peynir, tüketim alışkanlıkları açısından vazgeçilmez bir üründür. Süt üretiminin önemli bir kısmının peynir sektörüne ayrıldığı ve tüketici kitlesinin her gruptan insanı kapsadığı göz önüne alınacak olursa üretilecek olan peynirin gıda kalite standartları ve gıda güvenliğine uygunluğunun denetlenmesi ve hassasiyetle takip edilmesi zorunluluğu kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Özellikle peynirin kaliteli bir sütte (bakteri içeriği ve somatik hücre sayısı düşük) elde edilmesi gerekliliği yanında, ayrıca sütte toksin oluşturan küf kontaminasyonu riskinin de bulunmaması gerekmektedir. Süt ve süt ürünlerinde bulunan en önemli küf Aflatoksin M₁ (AFM₁)'dir.

Çeşitli peynirlerde AFM₁ varlığı hakkında günümüze kadar yapılmış olan ulusal ve uluslararası çalışmalarda belirlenen AFM₁ düzeylerinin Uluslararası (Avrupa Birliği ve FAO/WHO Kodeks Alimentarius) Mevzuatlara ve Türk Gıda Kodeksine uygunlukları değerlendirilmiştir. AFM₁'in peynirdeki konsantrasyonları konusunda ülkeler arasında ve ülkemizde de oldukça farklı sonuçlar söz konusudur. Bu nedenle, konu bilimsel çalışmalar kapsamında aydınlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Peynir, AFM₁ kontaminasyonu, Metodlar, Türk Gıda Kodeksi, Proses parametreleri

Presence of Aflatoxin M₁ in Cheese and The Affecting Factors of Aflatoxin M₁ Concentration

ABSTRACT

In our country, 40% of total crude milk is used in the cheese production which means 4-5 million tons of milk is processed to cheese. Cheese is an indispensable product in terms of consumption habits. The suitability of the cheese to food quality standards and food safety is emerged as considering the bulk of the milk production is reserved for cheese sector and the composed a heterogenic consumer group. In addition to the necessity of high quality milk usage (low bacteria content and somatic cell count) in cheese production and also the milk should not have toxigenic fungus contamination risk. The most important fungus in milk and milk products is Aflatoxin M₁.

In this study, the appropriateness of aflatoxin M₁ levels in various types of cheeses to international legislations (European Community and FAO/WHO Codex Alimentarius) and Turkish Food Codex were investigated via national and international publications. Different results were obtained for aflatoxin M₁ concentrations in cheeses among countries including our country. Therefore, the issue was clarified in the context of scientific studies.

Key Words: Cheese, Aflatoxin M₁ contamination, Methods, Turkish Food Codex, Process Parameters

1. GİRİŞ

Aflatoksinler, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus paraciticus* ve *Aspergillus nomius*'un toksijenik suşları tarafından üretilen toksik, immunosupresif, mutajenik, teratojenik metabolizma ürünleridir (Concon, 1988; Castegnaro ve McGregor, 1998). Genel olarak aflatoksinler B₁, B₂, G₁, G₂, M₁, M₂ olmak üzere başlıca altı ana bileşikten oluşurlar (Concon, 1988; Van Egmond, 1991). Ayrıca bunlarla birlikte gerek küflü kültürlerden, gerekse hayvan vücudundan elde edilmiş diğer metabolitleri ile (Aflatoksin B_{2a}, G_{2a}, P₁, Q₁ ve Aflatoksikol) bu sayı 17'yi bulmaktadır (Concon, 1988; Purchase ve ark., 1972). Sütte en fazla rastlanan mikotoksin AFM₁'dir. AFM₁, aflatoksin B₁ içeren yemlerle beslenen süt hayvanlarının yemlerindeki bu mikotoksini metabolize ederek monohidroksi türevi olan AFM₁ şekline dönüştürmesiyle gerçekleşmektedir (Masero ve ark. 2009). Pek çok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de insan ve hayvan sağlığının korunabilmesi açısından

gıdalarda ve yemlerde izin verilen en yüksek aflatoksin düzeyleri belirlenerek yasal kontrol kriteri olarak kullanılmaktadır (Anonym, 1998; Applebaum ve ark., 1982; Gourama ve Bullerman, 1995). Bu nedenle kaliteli ve standart peynir üretiminde, kaliteli çiğ süt kullanılması ve özellikle de bu sütlerin AFM₁ ile kontamine olmaması çok önemli bir ön koşuldur.

2. PEYNİRDE AFLATOKSİN M₁ VARLIĞI VE AFLATOKSİN M₁ TESPİTİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

AB gıda mevzuatına ve Türk Gıda Kodeksine göre yüksek kaliteli süt; yağ, protein, şeker, mineral madde, tuz, vs. bileşenleri uygun kompozisyonda içeren, kendine has görünüm, renk, tat ve kokuda olan, toplam bakteri sayısı düşük katkı maddesi, antibiyotik, temizlik ve antiseptik maddelerini, toksin, herbisid, pestisid ve ağır metal kalıntılarını içermeyen, hasta hayvanlardan sağılmayan süt olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamaya göre, kaliteli bir

¹Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, AYDIN

sütün bakteriyel toksinlerin yanı sıra çeşitli küf toksinlerini içermemesi, içerdği takdirde de o ülke mevzuatlarınca belirlenen limit değerin üzerine çıkılmaması gerekmektedir.

Ülkemizde üretilen peynirin büyük bir kısmı mandıralarda işlenirken, %10 gibi bir miktar da modern işletmelerde üretilmektedir. Özellikle mandıralarda ve küçük çaplı işletmelerde çiğ süttten üretilen peynirler gerek taşıdıkları mikroorganizmalar, gerekse yukarıda belirtildiği gibi süt toksini olarak nitelendirilen AFM₁'i içermesi halk sağlığı açısından büyük bir risk olarak görülmektedir. Dünyada 1000'den fazla peynir çeşidinin bulunduğu, sadece Fransa'da 400 çeşit peynirin üretildiği bilinmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun verilerine göre, üretilen peynirlerin yaklaşık % 60'ını beyaz peynir, % 15'ini kaşar ve % 15'ini ise tulum ve mihaliç oluşturmaktadır. Kalan % 10'luk kısmı ise diğer yöresel peynirlerden oluşmaktadır (Tekinşen, 1993).

AFM₁'in en önemli özelliklerinden birisi kazeine olan affinitesidir. Bu durum AFM₁'in peynirde bulunma riskini ve konsantrasyonunu artırmaktadır. AFM₁ kazeinlere kovalent bağlar ile değil daha zayıf bağlar olarak nitelendirilen hidrofobik bağlarla bağlanmıştır. AFM₁ konsantrasyonu üretilen peynir çeşidine bağlı olarak değişmekle beraber bulunma riski yumuşak peynirlerde 2,5-3,3 kat iken ve sert peynirlerde 3,9-5,8 katına kadar çıkmaktadır (Kiermeier ve Buchner, 1977; Yapar ve ark. 2008).

AFM₁'in süt ve ürünlerinde analizinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında ELISA (Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay), HPLC (High Performance Liquid Chromatography), TLC (Thin Layer Chromatography) yer almaktadır. Ayrıca son yıllarda teknolojinin gelişimine paralel olarak GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) kullanımı da yaygınlık kazanmaktadır. Bu yöntemlerden TLC ve HPLC yöntemlerinin uzun zaman alması, kapsamlı bir ekstraksiyon işlemi gerektirmesi ve çok fazla miktarda solventle çalışılması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır (Dixon-Holland ve ark. 1988). ELISA yönteminin ise basit olması, kısa sürede çok sayıda analiz yapılabilmesi, fazla solventle çalışılmaması gibi avantajları nedeniyle çok kullanılmaktadır. GS-MS cihazının pahalı olması bu cihazın kullanımını sınırlamaktadır.

Kamkar ve ark. (2008) peynirdeki aflatoksin varlığının başlıca 3 sebebe bağlı olduğunu belirtmişlerdir:

1. Aflatoksin B₁'le kontamine olmuş yemlerin süt veren hayvanlar tarafından tüketimi
2. Peynir üzerinde karbonhidrat varlığında küf gelişimi (olasılık oldukça az)
3. Peynir üretiminde peynir süütünün protein konsantrasyonunu artırmak için kullanılan süttözünün aflatoksinle kontamine olması

Bu derlemede, öncelikle peynirlerde AFM₁ varlığı, konsantrasyonu ve bunları etkileyen faktörler, peynirlerde tespit edilen AFM₁ bulaşısı hakkında günümüze kadar yapılmış araştırma sonuçları analiz yöntemine bağlı olarak incelenmiş, Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği / FAO/WHO Kodeks Alimentarius'a göre birbirleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

2.1. Peynirlerde AFM₁ Konsantrasyonunun HPLC Yöntemiyle Tespiti Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Peynirde AFM₁ taraması Özkaya ve ark. (2002), tarafından Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden toplanan 49 adet beyaz peynir örneği, immunoaffinite kolon temizleme ve floresan dedektörlü HPLC kullanarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda Ankarada toplanan 29 adet beyaz peynir örneğinin 19'unda (% 65,5), 11-231 ng/kg AFM₁ bulunduğu, ancak toplanan peynirlerin hiçbirinde AFM₁ için sınır değer olan 250 ng/kg'ın aşılmadığı belirlenmiştir. Buna karşın İzmirde toplanan 20 beyaz peynir örneğinin 3'ünde (%15) AFM₁ tespit edilmiş, örneklerden sadece birinin 500 ng/kg ile limit değeri aştığı bildirilmiştir. AFM₁ kirliliği ve limiti aşma oranı ile AFM₁ ortalamaları yönünden, örneklerin alındığı iller arasında farklılıklar bulunmuştur. Mevsimsel faktörler yönünden karşılaştırıldığında ise en yüksek kirliliğin ilkbaharda görüldüğü, diğer mevsimler arasında da farklar olduğu tespit edilmiştir. Turgay (2010) tarafından yapılan bir çalışmada Kahramanmaraşta üretilen 46 adet yarı sert peynirlerde (22 adet inek, 18 adet keçi, 6 adet koyun süttünden yapılmış) AFM₁ konsantrasyonu araştırılmıştır. Koyun peynirlerinde AFM₁ tespit edilmezken, inek ve keçi peynirlerinin 32 tanesinde 69-1200 ve 60-220 ng /kg oranında AFM₁ bulunmuştur. İnek süttünden üretilen peynirlerin % 96'sının Türk Gıda Kodeksine göre AFM₁ için limit olan 250 ng/kg değerinin üzerine çıkmadığı saptanırken, sadece iki peynir örneğinde sırasıyla 1200 ng/kg, 250 ng/kg AFM₁ içerdği tespit edilmiştir. HPLC ile yapılan bir başka çalışmada Çetin ve ark. (2005) Ankara'da 25 adet kaşar peyniri örneğinin 14'ünün (%56) 10-400 ng/kg arasında değişen miktarlarda AFM₁ içerdüğünü, bunlardan sadece 1 örneğin AFM₁ içeriğinin peynirler için sınır değerin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir.

2.2. Peynirde AFM₁ Konsantrasyonunun ELISA Yöntemiyle Tespiti Konusunda Yapılmış Çalışmalar

ELISA yöntemi kullanılarak AFM₁ taraması yapılan 193 beyaz peynir örneğinde AFM₁ konsantrasyonunun 52-860 ng/kg arasında olduğu belirlenmiş örneklerin %26,4'ünde Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limitin üzerinde AFM₁ bulunduğu saptanmıştır (Ardıç ve ark., 2009). Gürses

ve ark. (2004) Erzurum'da 21 farklı marketten topladıkları 23 adet beyaz peynir örneğinin %39,13'ünün farklı konsantrasyonlarda AFM₁ içerdiğini tespit etmişlerdir. ELISA metodu kullanılarak yapılan bir başka çalışmada Sarımeahmetoğlu ve ark. (2004) peynirlerin %27,5'ğunda saptanan AFM₁ konsantrasyonunun Türk Gıda Kodeksinde belirtilen değerin çok üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Oruç ve Sonal (2001) 57 adet peynir örneğinin %89,47'sinde 0-810 ng/kg arasında AFM₁ tespit ettiklerini, peynir örneklerinin %12,28'inde AFM₁'in 250 ng/kg'ın üzerinde olduğunu ve tam yağlı beyaz peynirde en yüksek AFM₁ konsantrasyonunun 810 ng/kg seviyesinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Dağoğlu ve ark. (1995) Van ili ve çevresinde topladıkları 50 adet otlu peynir ve İstanbul'dan toplanan 25 adet beyaz peynir numunelerinden %45'inin AFM₁ içerdiğini ve en yüksek AFM₁ düzeyinin beyaz peynirlerde (510 ng/kg), en düşük AFM₁ düzeyinin ise otlu peynirlerde (60 ng/kg) olduğunu belirtmişlerdir. Tekinşen ve Tekinşen (2005) yine ELISA yöntemi kullanarak 60 adet Van otlu peynirinin 48'inin 251-800 ng/kg AFM₁ içerdiğini ve 50 adet beyaz peynirin 20'sinin 251-800 ng/kg arasında AFM₁'le kontamine olduğunu belirlemişlerdir. Tekinşen ve Eken'in (2008) yürüttüğü bir başka çalışmada ise ELISA yöntemi kullanarak İstanbul, İzmir, Konya, Tekirdağ ve Edirne'den toplanan 132 adet kaşar peyniri örneklerinde AFM₁ miktarı analiz edilmiştir. Peynirlerin %82,6'sının AFM₁'le kontamine olduğu ve ortalama kontaminasyon aralığının 50-690 ng/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Kaşar peynirlerinin %27,3'ünde AFM₁ konsantrasyonunun 250 ng/kg'ın üzerinde olduğu bildirilmiştir. AFM₁ seviyesini ELISA metoduyla saptamak üzere Türkiye'nin 5 büyük şehriden (İstanbul, İzmir, Kayseri, Konya, Tekirdağ) 100 adet krem peyniri toplanmıştır. AFM₁'in bulunma sıklığının peynirlerde 0-4100 ng/kg düzeyinde olduğu ve örneklerin %18'inde tespit edilen AFM₁ seviyesinin Türk Gıda Kodeksine göre 250 ng/kg'ın üzerinde olduğu saptanmıştır (Tekinşen ve Uçar, 2008). Bu durum Türkiye'de yüksek miktarlarda AFM₁ konsantrasyonunun insan sağlığı açısından risk oluşturacağı sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bir diğer çalışmada Türk Silahlı Kuvvetlerine bağlı birliklerde tüketilen beyaz peynirdeki AFM₁ seviyesi Seyrek (2001) tarafından ELISA metodu ile araştırılmıştır. Örneklerin %91,8'inde 10-2000 ng/kg'a varan oranlarda AFM₁ tespit edilirken örneklerin %15,5'inde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonunun peynir için verilen limitin üzerinde olduğu saptanmıştır. Yine Türk Silahlı Kuvvetlerine bağlı askeri birliklerde tüketime sunulan krem peynirlerde AFM₁ araştırması Yaroğlu (2002) tarafından yürütülmüş ve peynirlerin %6'sının AFM₁'le kontamine olduğu ve kontaminasyon aralığının 0-700 ng/kg arasında

bulunduğunu ve bu örneklerin %2'sinin de limit değerini aştığı tespit edilmiştir. Türk Silahlı Kuvvetleri'ne bağlı birliklerden alınan peynirlerde aflatoksin B₁ ve M₁ varlığı ve bunların konsantrasyonlarının saptanmasına yönelik Kardeş (2000) tarafından kaşar ve beyaz peyniri üzerinde yapılan araştırmada, örneklerin hiçbirinde AFM₁ tespit edilmemiştir. Sarıkamış'ta tüketilen süt ve peynirlerin AFM₁ konsantrasyonu Kireççi ve ark. (2007) tarafından ELISA yöntemine göre analiz edildikten sonra peynirlerin %85'inde AFM₁ kontaminasyonu belirlenmiş, %37,5'indeki AFM₁ miktarının Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limitin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Yapar ve ark. (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada AFM₁ taraması için eski ve yeni kaşar, civil, beyaz ve gravyer peynirler toplanmıştır. Peynirlerde AFM₁ konsantrasyonunun 25 beyaz peynir örneğinin 7'sinde, 25'er adet eski ve yeni kaşar peynirinin 4'ünde (%16) Türk Gıda Kodeksinde belirtilen 250 ng/kg limitin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada, Türkiye'nin güneyinde çok tüketilen bir peynir çeşidi olan sürk peynirinde AFM₁ taraması yapılmıştır. Farklı marketlerden toplanan 120 adet sürk peyniri ELISA yöntemiyle analiz edilmiştir (Aygün ve ark. 2009). 72 adet sürk peyniri örneğinde AFM₁ 16-1043 ng/kg düzeyinde bulunurken, 16 örnekte ise AFM₁'in Türk Gıda Kodeksinde verilen limitin üzerinde olduğu belirtilmiştir.

Günşen ve Büyükyörük (2003) piyasadan topladıkları taze kaşar peynirlerinin AFM₁ düzeylerini tespit etmişler ve 86 numuneden 28'inin AFM₁ yönünden Türk Gıda Kodeksinde belirtilen sınırın üzerinde olduğunu saptamışlardır. Bu da örneklerin %32,5'nin AFM₁'le kontamine olduğu sonucunu çıkarmıştır.

Ankara piyasasından toplanmış 49 krem, 94 beyaz, 53 kaşar peynirinde AFM₁ konsantrasyonu örneklerin %90,58'inde pozitif olarak değerlendirilirken, AFM₁'in 12 adet beyaz peynirde (%12,76) ve 7 adet kaşar peynirinde (%13,2) Türk Gıda Kodeksi limitlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. (Ayçiçek ve ark. 2005).

Yaroğlu ve ark. (2005) çeşitli marketlerden topladıkları 200 kaşar, 200 beyaz ve 200 eritme peyniri örneklerinde yaptıkları analizlerde en yüksek AFM₁ konsantrasyonunun 800 ng/kg ile kaşar peynirinde görüldüğünü, AFM₁ konsantrasyonunun 600 örnekten 6'sında Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limitin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Türkiye'de üretilen 363 adet peynirde AFM₁ seviyesi Başkaya ve ark. (2005) tarafından analiz edildikten sonra, örneklerin 283'ünde AFM₁'in 250 ng/kg olduğu saptanırken, 80 örnekte ise 260-4100 ng/kg arasında olduğu tespit edilmiştir.

Amasya ilinde satılan beyaz peynirlerde AFM₁ varlığı Alkan ve Gönülalan (2006) tarafından analiz edildikten sonra, AFM₁ bulaşısı beyaz peynirlerin

tamamında saptanırken, 50 örnekten sadece 1 tanesinde AFM₁ konsantrasyonunun Türk Gıda Kodeksinde belirlenen değerin üzerinde, diğerlerinin ise standartlara uygun olduğu belirlenmiştir.

Ankarada toplanan 39 adet peynir örneğinde AFM₁ analizinde örneklerin %2,6'sında AFM₁ seviyesi 51-80 ng/kg iken, %5,13'ünde 81-110 ng/kg ve %20,51'inde toksin konsantrasyonunun Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limitin üzerinde olmadığı tespit edilmiş ve bulunan sonuçların hem Türk Gıda Kodeksi hemde Avrupa Birliği normlarına uygun olduğu belirtilmiştir (Gürbay ve ark. 2006).

Erzurumda üretilen ve satışa sunulan 50 adet civil peynirinin 3 tanesinde AFM₁ düzeyinin Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limit değerinin üzerinde olduğu saptanırken, örneklerin 41 tanesinde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonunun Türk Gıda Kodeksinde verilen limitin altında olduğu, 6 örnekte ise AFM₁ saptanmadığı belirtilmiştir. Civil peynirlerinin olgunlaştırmayı takiben doğal yollarla küflenmeye bırakıldıktan sonra tüketime sunulması, ürünün AFM₁ yönünden riskli gıdalar arasında olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır (Başkaya ve Atasever, 2005).

Ankarada Filazi ve ark. (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada ise toplam 50 adet peynir örneğinin 14'ünde (%28) 20-2000 ng/kg oranındaki AFM₁ kontaminasyonu bulunurken, 14 örnekten 5 tanesinde (%35,7) kontaminasyonunun Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limitlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Peynirlerde AFM₁ konusunda yapılan yurt dışı çalışmaların çoğunluğunu İran'da yapılanlar oluşturmakla beraber, Yunanistan, İtalya ve Hindistanda da AFM₁ konsantrasyonu ile ilgili araştırmalar mevcuttur.

Fallah ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada İranda üretilen beyaz ve krem peynirlerinde AFM₁ konsantrasyonunu saptamışlar ve 116'sı beyaz, 94 tanesi krem peynirinden oluşan toplam 220 peynir örneğinin 161 tanesinde 52,1-785,4 ng/kg oranında AFM₁ tespit edilmiştir. Krem peynirlerinin %28,4'lik kısmı ile beyaz peynirlerin %19,1'lik kısmının Türkiye ve İsviçre için geçerli limitin (250 ng/kg) üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Mohajeri ve ark. (2013) tarafından İranın Rafsanjan kentindeki süpermarketlerden toplanan beyaz ve Lighva peyniri olmak üzere 82 adet peynir örneğinde AFM₁ taraması sonucunda 45 adet beyaz peynir örneğinden 29'unda 93-309 ng/kg arasında ve 37 adet Lighvan peynirinden 10'unda 70,5-203 ng/kg arasında AFM₁ varlığı saptanmıştır. Sonuç olarak 9 adet beyaz peynirde ve 1 adet Lighvan peynirinde İran ulusal standartları olan 200 ng/kg'ın üzerinde AFM₁ bulaşısı saptanmıştır.

Minervini ve ark. (2000) tarafından AFM₁ konsantrasyonu 317 peynir örneğinin (inek, manda, koyun, keçi ve koyun-keçi karışık sütlerinden

üretilmiş) %19,2 'sinde saptanmış ve inek sütünden üretilmiş peynirlerin %29,6'sının 540 ng/kg AFM₁ ile kontamine olduğu bu seviye de İsviçrede izin verilen limitin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Torkar ve Vengust (2008) AFM₁ konsantrasyonunu Slovenya'da üretilen peynirlerde araştırmışlar ve analiz edilen peynir örneklerinin %10'unda 50 ng/kg'ın üzerinde AFM₁ olduğunu tespit etmişlerdir.

Hampikyan ve ark. (2010) araştırmalarında 80 adet beyaz, kaşar ve tulum peynirlerini ELISA yöntemiyle analiz etmişler ve beyaz peynirlerin %22,5'nin, kaşar peynirlerinin %15'inin ve tulum peynirlerinin ise %13,75'lik kısmının AFM₁ ile kontamine olduğunu tespit ederek ortalama AFM₁ konsantrasyonunun kaşar peynirinde 0,25 ng/kg iken tulum peynirinde bu oranın 380 ng/kg seviyesine çıktığı ve beyaz peynirde ise 420 ng/kg düzeyine ulaştığını tespit etmişlerdir.

İtalyada Barbieri ve ark. (1994) tarafından parmezan peyniri üzerine yapılan bir çalışmada 200 adet taze parmesan peynirinden sadece 18'inde düşük konsantrasyonlarda (35-190 ng/kg) AFM₁'e rastlanmış ve bu seviyenin İsviçre Federal Sağlık Örgütü tarafından limit değer olan 250 ng/kg 'ın üzerine çıkmadığı saptanmıştır.

2.3. Peynirde AFM₁ Konsantrasyonunun TLC Yöntemiyle Tespiti Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Demirer (1973) çalışmasında 102 adet peynir örneğinin de yer aldığı toplam 334 adet peynir örneği ince tabaka kromatografisi (TLC)'ni kullanarak analiz etmiştir. Analizler sonucunda örneklerin hiçbirisinin teşhis edilebilir miktarda AFM₁ içermediği saptanmıştır. Çoksöyler ve Köşker (1980) de toplam 13 adet peynir örneğini TLC yöntemini kullanarak analiz etmişler ve örneklerin hiçbirisinde aflatoksine rastlanmamışlardır. Truckness ve Page (1986) yaptıkları çalışmada toplam 118 adet peynir örneğini TLC yöntemini kullanarak olası AFM₁ içeriklerini belirlemek üzere analiz etmişlerdir. Analizler sonucunda 8 adet peynir örneğinde 0,1-1 ng/g arasında değişen miktarlarda AFM₁ tespit edilmiştir. Karaioannoglu ve arkadaşları (1989) Yunanistan'da yaptıkları çalışmalarda 127 adet peynir örneğini AFM₁ yönünden analiz etmişlerdir. TLC yönteminin kullanıldığı çalışmada analiz edilen örneklerin hiçbirisinde AFM₁'e rastlanmamıştır.

2.4. Peynirde AFM₁ konsantrasyonunun tespitinde kullanılan ELISA ve HPLC yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik yapılmış çalışmalar

ELISA ve HPLC yöntemlerini karşılaştırmak için Çolak ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada AFM₁ bulaşısı kaşar, beyaz ve tulum peynirlerinde incelenmiştir. Bu nedenle 8 beyaz, 8 tulum ve 8 beyaz

peynir örneği farklı marketlerden toplanıp ezildikten sonra, ezilmiş peynir örneklerine farklı konsantrasyonlarda 50 ng/kg'dan 400 ng/kg'a kadar 50 ng/kg aralıklarla AFM₁ ilave edilmiş ve peynirlerdeki toksin seviyeleri HPLC ve ELISA yöntemlerine göre analiz edilmiştir. Sonuçlardan bu iki metodun arasında %99 oranında hatta %100'e varan çok iyi bir korelasyon olduğu saptanmıştır.

3. PEYNİR ÜRETİMİNDE AFM₁ KONSANTRASYONUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Peynir üretim aşamasında uygulanan proses parametrelerinin de AFM₁ konsantrasyonu üzerine etkisinin olduğu bazı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Ancak, bu konuda yapılan çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Aşağıda bu alanda yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

Peynir üretiminde kullanılan proses parametrelerinin peynirde AFM₁ konsantrasyonunun azaltılmasına yönelik Mohammadi ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada İranda üretilen beyaz peynirde rennetleme sıcaklığı, pıhtı kesim büyüklüğü, pıhtı karıştırma zamanı, pıhtının baskıda kalma süresi, salamuranın pH'sı gibi faktörlerin AFM₁ üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Analiz edilen bu 6 farklı proses parametrelerinden rennetleme sıcaklığının ve baskıda kalma süresinin artırılmasıyla AFM₁ konsantrasyonunun düştüğü kaydedilmiş ve proses parametreleri şu şekilde optimize edilmiştir: rennetleme sıcaklığı: 39,91°C; pıhtı kesim büyüklüğü: 0,51 cm; pıhtı karıştırma zamanı: 17,71 dk; baskılama zamanı: 19,48 dk; pıhtı büyüklüğü: 73,27 cm³; salamuranın pH'sı: 4,79

Deveci (2007) yapmış olduğu çalışmada beyaz salamura peynirinde, peynir işleme prosesi ve depolama koşullarının AFM₁ konsantrasyonuna etkisini araştırmıştır. Bunun için peynire işlenecek süte 2 farklı konsantrasyonda (1500 ve 3500 ng/kg) AFM₁ yapay olarak ilave edilmiştir. AFM₁ ilavesinin ardından pastörizasyon işleminin 72°C de 2 dakika uygulanması AFM₁ seviyesini %12 (1500 ng/kg kontamine örnek) ve % 19 (3500 ng/kg kontamine örnek) oranında azalttığı görülmüştür. Peynir üretiminden sonra AFM₁'in %56 (1500 ng/kg) ve %59 (3500 ng/kg)'u peynirde kalırken %2'si peyniraltısuyuna geçmiştir. 3 aylık salamurada depolama sonucunda AFM₁ %2,9 (1500 ng/kg) ve %2,8'i (3500 ng/kg) oranında azalma olduğu saptanmıştır. Sonuçlara göre peynir üretiminde uygulanan proses işlemlerinin ve depolama koşullarının AFM₁ konsantrasyonunun azaltılmasında etkili olduğu saptanmıştır.

Yunanistanda yapılan bir çalışmada, koyun sütlerinde ve bu sütlerden üretilen feta peynirinde AFM₁ konsantrasyonundaki değişimler ELISA metoduna göre incelenmiştir (Kaniou-Grigoriadou ve ark. 2005). Bunun için toplam 162 örnek alınmış ve

AFM₁ konsantrasyonunun 18,2 ng/l civarında olduğu tespit edilirken peynir pıhtısında AFM₁ düzeyinin ortalama 4,9 kez daha fazla olduğu saptanmıştır.

Konuya dair bir başka çalışmada Kamkar ve ark. (2008) tarafından AFM₁ konsantrasyonunun peynir üretim aşamasında hem pıhtıda, hemde serum fazına ne oranda geçtiği araştırılmıştır. Bunun için peynire işlenecek sültere 6 farklı konsantrasyonda AFM₁ (250; 500; 750; 1000; 1250 ve 1750 ng/l) ilave edilmiştir. Peynire işlenen sülterde ortalama AFM₁ konsantrasyonu serumda 430, pıhtıda 1470, peynirde ise 1570 ng/kg olarak saptanmıştır. Ayrıca ortalama toksin konsantrasyonu pıhtıda 3,12 kat iken peynirde bu oranın 3,65 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Peynir altı suyunda 1,68 kat AFM₁ saptanırken bu oran peynire işlenecek sütte toksin düzeyinin 1,80 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Rubio ve ark. (2011) tarafından yürütülen çalışmada geleneksel İspanyol peyniri olan ve koyun sütünden üretilen Manchego peyniri ve lor peyniri üretimi yapılmıştır. Üretim öncesi çiğ koyun sütü 50 ve 100 ng/kg düzeyinde AFM₁ ile kontamine edilmiş ve üretim sonrası gerek peynirlerde, gerekse peynir altı suyunda AFM₁ konsantrasyonu tespit edilmiştir. Sonuçlara göre peynir pıhtısında ve Manchego peynirinde AFM₁ konsantrasyonun süte göre 2 ve 3 kat daha yüksek olduğu, peynir altı suyunda ise %42,3 ve %51,3 oranında AFM₁ bulunduğu tespit edilmiştir.

Aşağıdaki çalışmalardasüt ürünlerinden özellikle peynirin olgunlaştırmasında kullanılan parametrelerin (sıcaklık, nem düzeyi, olgunlaştırma zamanı v.s.) AFM₁ konsantrasyonuna olan etkilerine değinilmiş ve bu parametrelerin de AFM₁ konsantrasyonunu etkileyip etkilemediği araştırılmıştır.

Monti ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, beyaz peynir üretimi ve olgunlaştırma koşullarının AFM₁ stabilitesi üzerine olan etkilerini izlemek için peynire işlenecek süt 3 farklı seviyede (50, 250, 750 ng/l) AFM₁ ile yapay olarak kontamine edilerek üretimden sonra 3 ay olgunlaşmaya bırakılmıştır. Sütün peynire işlenmesi aşamasında AFM₁ varlığı sırasıyla 50 ng/l AFM₁'le kontamine olmuş süttten üretilen pıhtıda AFM₁'le 3,6 kat, 250 ng/l AFM₁'le kontamine olmuş örnekte 3,8 kat ve 750 ng/l AFM₁'le kontamine olmuş süttten elde edilen pıhtıda 4 kat daha fazla bulunmuştur. Olgunlaştırmanın sonunda başlangıçta ilave edilen AFM₁'in %2-4 oranında salamuraya geçtiği tespit edilmiştir.

Benzer şekilde Motawe & McMahon (2009) çalışmalarında 1000-2000 ng/kg AFM₁'i peynir sütüne ilave etmişler ve feta peyniri üretim aşamalarında AFM₁ konsantrasyonundaki değişimleri izlemişlerdir. Özellikle peynir üretimi sırasında AFM₁'in 2/3'ü peynir pıhtısında kalırken, 1/3'ü ise peyniraltısuyuna geçtiği saptanmıştır. Ayrıca salamurada tuzlama esnasında AFM₁'in %22-27 oranında azaldığı

belirlenmiştir. Peynirin salamurada 50 gün bekletilmesi sonucunda AFM₁ konsantrasyonunda %50 azalma görülmüştür.

Mendonça ve Venancio (2005) tarafından AFM₁'in sütün retentat (peynir pıhtısı) ve permeat (serum) fazına hangi oranlarda geçtiğini saptamak için yürütülen bir çalışmada, AFM₁'in %72,6-86,4 oranda retentat fazına, %2,4-14,7 arasında permeat fazına geçtiği saptanmıştır. Bu da AFM₁'in en önemli süt proteini olan kazeine affinitesi ile açıklanmaktadır.

AFM₁'in süt ve süt ürünlerindeki kontaminasyonunu tespit etmek için Pitter (1998) tarafından yapılan çalışmada Japonya, Fransa, İtalya, İsviçre, Çek Cumhuriyeti, Yunanistan, Amerika, Hollanda, Almanya ve Suriyede peynirlerde saptanan AFM₁ konsantrasyonunun bölgesel faktörlere bağlı olarak değişim gösterdiğini belirtmiştir. Nitekim Barrios ve ark. (1996) çalışmalarında güney İspanya'da üretilen 35 peynir örneğinin 16'sında tespit edilebilir bir seviyede AFM₁ bulunduğunu belirterek, İspanyada AFM₁ kontaminasyon riskinin az olduğunu göstermişlerdir.

İran'da da feta peyniri üzerinde yapılan bir araştırmada AFM₁'in peynirdeki oranının mevsimsel faktörlere de bağlı olduğu tespit edilmiştir (Kamkar, 2008). Buna göre maximum ortalama AFM₁ konsantrasyonu şubat ayında 520 ng/kg iken, ağustos ayında AFM₁ (305 ng/kg) konsantrasyonunun düşük olduğu saptanmıştır.

Tavakoli ve ark. [2012] ELISA yöntemine göre 2 farklı süt işletmesinden 2008 yılı yaz ve 2009 kış döneminde toplanan 50 adet beyaz peynirde AFM₁ kontaminasyon düzeyini araştırmışlardır. Buna göre kışın toplanan peynir örneklerinin 20 adedinde 55,4-374 ng/kg AFM₁ saptanırken, yazın toplanan peynir örneklerinde bu durum 40,9-215,1 ng/kg olarak belirlenmiştir. AFM₁ konsantrasyonunun örneklerin %6'sında (3 adet) standartların üzerinde bulunduğu tespit edilmiştir. Buna göre kışın toplanan peynirlerde AFM₁ konsantrasyonunun yaz mevsiminde toplanan örneklerle göre daha fazla olduğu (P < 0,03) tespit edilmiştir. Bu konuda Montagna ve ark. (2008) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada ise İtalyanın çeşitli bölgelerinden sağlanan inek, keçi, koyun, manda, koyun-keçiden oluşan ve olgunlaştırılmamış, orta derecede olgunlaştırılmış, uzun süre olgunlaştırılmış, 265 peynir örneğinde AFM₁ analizi ELISA yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde örneklerin %16,6'lık kısmının AFM₁ ile kontamine olduğu ancak bulunan değerlerin Avrupa Birliği ve İtalya için verilen limiti aşmadığı bildirilmiştir.

Blanco ve ark. (1998)'e göre çeşitli peynirlerde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonundaki farklılıklar şu faktörlere bağlıdır: Aflatoksinin ekstraksiyon tekniği, analiz metodu, çeşidi, aflatoksin konsantrasyonu v.s. Bu farklılıklar süt kalitesi, sonuçların değerlendirilmesi, peyniraltısuyundaki çok

küçük bir pıhtının varlığı gibi faktörlerle peynir üretim tekniğine bağlı olarak değişim göstermektedir.

SONUÇLAR

Gerek uluslararası gerekse ulusal çalışmalarda peynirlerde tespit edilen AFM₁ kontaminasyonu konusunda çok büyük farklılıkların gözlenmesi, öncelikle mevsimsel ve bölgesel faktörlere bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. Bir diğer faktör, peynirlerin olgunlaştırılma koşulları ve proses parametreleri olarak belirtilmektedir. Bu durum da süt ve süt ürünlerinde AFM₁ kontaminasyonunun azaltılabilmesi için bazı tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir. Tüm dünyadaki AFM₁ ile ilgili düzenleyici limitler ekonomik görüşlerden etkilenir ve ülkeden ülkeye değişiklik gösterir. Avrupa Birliği çiğ süt ve kuru ya da işlenmiş süt ürünlerindeki AFM₁ düzeyinin 50 ng/kg aşmaması gerektiğini belirlerken peynirde AFM₁ konsantrasyonu Türkiye için 250 ng/kg ile sınırlandırılmıştır. Amerikada ise AFM₁ düzenleyici limitlere göre 500 ng/kg'ı aşmamalıdır. Pek çok ülkede sütte ve süt ürünlerinde resmi bir AFM₁ düzenlemesine henüz gidilmemiştir.

Literatürlerde de belirtildiği gibi süt ve süt ürünlerinde AFM₁ Avrupa'da ve çoğu gelişmiş ülkede hiçbir problem teşkil etmezken (Almanya, İngiltere, Fransa, İtalya vs.) ülkemizde peynir örneklerinde tespit edilen AFM₁ kontaminasyonu %13-%96 arasında değişmektedir. Bu durum AFM₁'in ülkemizde insan sağlığı için büyük bir potansiyel risk faktörü oluşturduğunu göstermektedir.

Süt ve süt ürünlerinde AFM₁ konsantrasyonunu azaltabilmek için aşağıda alınması gerekli bazı önlemler bildirilmiştir:

1. İstatiksel çalışmalar göstermiştir ki 2002 yılında peynirlerde aflatoksin oranı %40,19 iken bu durum 2003'de %15,39, 2004'de ise %13,49 seviyesine düşmüştür. Bu azalmadaki en önemli faktörlerden birisi gerek tüketicinin gerekse üreticinin bu konuda bilinçlenmesinden ve iki kitlenin AFM₁'in insan sağlığına zararları konusunda bilinçlenmesinden kaynaklanmaktadır. Bu durum da yemlerden süte ve süt ürünlerine geçebilecek olan AFM₁'le mücadelede çok önemli adımların atıldığını göstermektedir. Bütün bunlara rağmen Avrupa Standartlarıyla karşılaştırıldığında ülkemizde tüketilen ya da satışa sunulan peynirlerde AFM₁ konsantrasyonu bakımından bir yükseklik söz konusu olduğu da unutulmamalıdır. Bunun için gerekli kontrollerin yapılmasının hızlandırılması gerekliliği de ortaya çıkmaktadır.
2. AFM₁ analizinde toksinin ekstraksiyon tekniği, analiz metodu, çeşidi, konsantrasyonu v.s. gibi farklılıklar ile süt kalitesi, sonuçların değerlendirilmesi de AFM₁ konsantrasyonunun tespiti üzerine etkide bulunduğu yapılan çalışmalar

- sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Bu nedenle belirtilen faktörlerin analiz aşamasında göz önünde bulundurulması gerekmektedir.
3. Bazı çalışmalarda peynirde AFM₁'in peynir üretiminde kullanılan proses parametrelerinden etkilendiği belirtilirken, bazı çalışmalarda ise peynir üretiminde AFM₁ konsantrasyonunun değişmediği belirtilmekte bu da çelişkili ifadelerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu açıdan da bu konuda yapılacak bilimsel çalışmalara daha fazla ağırlık verilmesi gerekmektedir.
 4. AFM₁'in tespitinde doğru ve kesin sonuç veren ölçümlerini içeren metodlar geliştirilmeye devam edilmelidir. Bu yöntemlerin, tarlada bile kullanılabilirliğinin sağlanması ölçüsünde geliştirilmeleri, toksinsiz gıda ve yemlerin ulaştırılması umudunu da gerçek kılacaktır.
 5. Peynirle işlenecek sütte AFM₁ seviyesini daha da aşağı çekmek için özellikle hayvan yemlerinde (silaj) sıkı kontrollerin yapılması gerekli ve zorunlu bir uygulamadır.

KAYNAKLAR

- Alkan Y, Gönülalan Z (2006) Amasya ilinde satışa sunulan beyaz peynirlerde AFM₁, rutubet ve asidite değerleri üzerine bir araştırma. Sağlık Bilimleri Dergisi 15: 91-98
- Anonym (1998) FAO/WHO News Archive. Codex Committee on Food Additive Contaminant, Thirtieth Session; The Hague, Netherlands 9-13 March 1998
- Applebaum RS, Brackett RE, Wiseman DW (1982) Aflatoxin toxicity to dairy cattle and occurrence in milk and milk products. Journal of Food Protection 45: 752-777
- Ardıç M, Karakaya Y, Atasever M, Adıgüzel G (2009) Aflatoxin levels of Turkish white brined cheese. Food Control 20: 196-199
- Ayçiçek H, Aksoy H, Saygı S (2005) Determination of aflatoxin levels in some dairy and food products which consumed in Ankara Turkey. Food Control 16: 263-266
- Aygün O, Eşsiz D, Durmaz H, Yarsan E, Altıntaş L (2009) Aflatoxin M₁ levels in surk samples, a traditional Turkish cheese from southern Turkey. Bulletin Environmental Contamination Toxicology 83: 164-167
- Barbieri G, Bergamini C, Ori E, Reska P, (1994) Aflatoxin M₁ in parmesan cheese: HPLC determination. Journal of Food Science 59: 1313-1331
- Barrios MJ, Gualda MJ, Cabanas JM, Medina LM, Jordano R, (1996) Occurrence of aflatoxin M₁ in cheeses from the South of Spain. Journal of Food Protection 59: 898-900
- Başkaya R, Atasever M (2005) Civil peynirinde AFM₁ düzeyinin belirlenmesi. II.Ulusal Mikotoksin Sempozyumu 23-24 Mayıs 2005, 128-133s, İstanbul
- Başkaya R, Aydın A, Yıldız A, Bostan K (2006) Aflatoxin M₁ levels of some cheese varieties in Turkey. Medycyna Wet 62: 778-780
- Blanco JL, Dominguez L, Gomez-Lucia E, Garayzabal JFF, Goyache J, Suarez G (1988) Behaviour of aflatoxin during manufacture, ripening and storage of Manchego type cheese. Journal of Food Science 53: 1373-1376
- Concon, JM (1988) Contaminants and additives. In "Food Toxicology", Part B, Marcel-Dekker Inc. New York, 667-743
- Castegnaro, M., McGregor, D. (1998) Carcinogenic risk assesment of mycotoxins. Rev. Vet. Med. 149: 671-678
- Çetin T, Gürsoy A, Deveci A, Sezgin E (2005) Ankara piyasasında satışa sunulan kaşar peynirlerinin Aflatoxin M₁ içeriklerinin belirlenmesi, Gıda Teknolojisi 9: 93-95
- Çoksöyler N, Kösker Ö (1980) Süt ve mamüllerinde aflatoxin oluşumu üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Diploma Sonrası Yüksek Okulu ihtisas Tez Özetleri, 1; 436-456
- Çolak H, Hampikyan H, Ulusoy B, Ergün O (2006) Comparison of a competitive ELISA with an HPLC method for the determination of aflatoxin M₁ in Turkish White, Kasar and Tulum cheeses. European Food Research Technology 223: 719-723
- Dağoğlu G, Keleş O, Yıldırım M (1995) Peynirlerde aflatoxin düzeyinin ELISA ile araştırılması. I. Ü. Vet. Fak. Dergisi 21: 313-317
- Demirer, MA (1973) Süt ve süt mamüllerinde aflatoxin M₁ ve B₁ aranması üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, XX (2-3); 421- 443
- Deveci O (2007) Changes in the concentration of aflatoxin M₁ during manufacture and storage of white pickled cheese. Food Control 18: 1103-1107
- Dixon-Holland DE, Pestka JT, Bidigane BA, Casale WN, Warner, RL, Ram BP, Hart LP (1988) Production of sensitive Monoclonal Antisoclies to Aflatoxin B₁ and Aflatoxin M₂ and Their Application to ELISA of Naturally Contaminated Foods. Journal of Food Protection 51: 201-204
- Fallah AA, Jafari T, Fallah A, Rahnama M (2009) Determination of aflatoxin M₁ levels in Iranian white and cream cheese. Food and Chemical Toxicology 47: 1872-1875
- Filazi A, İnce S, Temamoğulları F (2010) Survey of the occurrence of aflatoxin M₁ in cheeses produced by dairy ewe's milk. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi 57: 197-199
- Gourama N, Bullerman LB (1995): *Aspergillus flavus* and *Aspergillus paraciticus*: Aflatoxinogenic fungi of concern in foods and feeds: A review. Journal of Food Protection, 58: 1395-1404
- Günşen U, Büyükyörük I (2003) Piyasadan temin edilen taze kaşar peynirlerinin bakteriyolojik kaliteleri ile AFM₁ düzeylerinin belirlenmesi. Türk Journal Vet. Animal Science 2: 821-825
- Gürbay A, Engin AB, Çağlayan A, Şahin G (2006) Aflatoxin M₁ levels in commonly consumed cheese and yoghurt samples in Ankara. Ecology of Food Nutrition 45: 449-459
- Gürses M, Erdoğan A, Çetin B (2004) Occurrence of aflatoxin M₁ in some cheese types sold in Erzurum, Turkey. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences 28: 527-530
- Hampikyan H, Bingöl EB, Çetin O, Çolak H (2010) Determination of aflatoxin M₁ levels in Turkish white, kasar and tulum cheeses. Journal of Agriculture and Environment 8: 13-15
- Kamkar A, Karim G, Shojae Aliabadi F, Khaksar R (2008) Fate of aflatoxin M₁ in Iranian white cheese processing. Food and Chemical Toxicology 46: 2236-2238

- Kamkar A (2006) A study on the occurrence of aflatoxin M1 in Iranian Feta cheese. *Food Control* 17: 768-775
- Kaniou-Grigoriadou I, Eleftherioudou T, Mouratidou T, Katikou P (2005) Determination of aflatoxin M1 in ewe's milk samples and the produced curd and feta cheese. *Food Control* 16: 257-261
- Karaioannoglou, P., Mantis, A., Koufidis, D., Koidis, P., Trianfaillou, J. 1989.
- Occurrence of aflatoxin M1 in raw and pasteurized milk and in Feta and Teleme cheese samples. *Milchwissenschaft*, 44(12);746-748
- Kardeş E (2000) Türk Silahlı Kuvvetleri'ne Bağlı Birliklere Alınan Peynirlerde Aflatoxin B1 ve M1 varlığının ve seviyelerinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi. Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ankara Üniversitesi, Ankara
- Kiermeier F, Buchner M (1977) Zur Verteilung von aflatoxin M1 auf molke und Bruch bei der Käseherstellung. *Zeitschrift Lebensmittel Untersuchung und Forschung* 164: 82-86
- Kireççi E, Savasci M, Ayyildiz A (2007) Sarıkamışta tüketilen süt ve peynir ürünlerinde AFM1 liginin belirlenmesi. *Infeksiyon Dergisi* 21: 93-96
- Masoero F, Gallo A, Diaz D, Piva G, Moschini M (2009) Effects of the procedure of inclusion of a sequestering agent in the total mixed ration on the proportional aflatoxin M1 excretion into milk of lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 150: 34-45
- Mendonça C, Venancio A (2005) Fate of aflatoxin M1 in cheese whey processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85:2067-2070
- Minervini FL, Monaci L, Montagna MT, Dragoni I, Visconti A (2000) On the presence of aflatoxin M1 and toxinogenic molds in ovine and caprine dairy products from Southern Italy pp: 35-38, Vietri, Salerno, Italy
- Mohajeri FA, Ghalebi SR, Rezaeian M, Gheisari HR, Azad HK, Fallah AA (2013) Aflatoxin M1 contamination in white and Lighvan cheese marketed in Rafsanjan, Iran. *Food Control* 33:525-527
- Mohammadi H, Alizadeh M, Bari MR, Khosrowshahi A, Tajik H (2008) Minimization of aflatoxin M1 content in Iranian white brine cheese. *International Journal of Dairy Technology* 61: 141-145
- Montagna MT, Napoli C, De Giglio O, Iatta R, Barbut G (2008) Occurrence of Aflatoxin M1 in Dairy Products in Southern Italy, *International Journal of Molecular Sciences* 9: 2614-2621
- Monti L, Panarelli EV, Iametti S, Giangiacomo R (2009) Aflatoxin M1 distribution during cream separation and butter manufacture from naturally contaminated milk. *Milchwissenschaft* 64: 81-84
- Motawe MM, McMahon DJ (2009) Fate of Aflatoxin M1 during manufacture and storage of feta cheese. *Journal of Food Science* 74: 142-144
- Oruç HH, Sonal S (2001) Determination of aflatoxin M1 levels in cheese and milk consumed in Bursa, Turkey. *Vet. Human Toxicol* 43: 292-293
- Özkaya Ş, Başaran A, Kaymak T, Dikmen O, Kocabay M, Demirkazık G, Altındış N, Ramiz R (2002) Gıda ve yemlerde mikotoksin düzeylerinin tespiti. Bölüm 2: Türki-ye'de üretilen süt ve peynirlerde AFM1 aranması. Gıdalarda katkı, kalıntı ve bulaşanların izlenmesi II. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma-Kontrol Genel Müdürlüğü Tebliği, 80-92 Bursa
- Purchase IFH, Steyn M, Rinsma R, Tustin RC (1972) Reduction of aflatoxin M1 in milk by processing. *Food and Cosmetics Toxicology* 10: 383-387
- Pitter A (1998) Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds an updated review. *Revue de Medicine Veterinaire* 149: 479-492
- Rubio R, Moya VJ, Berruga MI, Molina MP, Molina A (2011) Aflatoxin M1 in the intermediate dairy products from Manchego cheese production: distribution and stability. *Mljekarstvo* 61: 283-290
- Sarımehtetoğlu B, Küplülü Ö, Çelik TH (2004) Detection of aflatoxin M1 in cheese samples by ELISA. *Food Control* 15: 45-49
- Seyrek K (2001) Türk Silahlı Kuvvetlerine Bağlı Birliklerde Tüketilen Beyaz Peynirlerdeki AFM1 Seviyesinin ELISA Metodu ile Saptanması. *Veteriner Hekimleri Dernegi Dergisi* 72, 55-58
- Tavakoli HR, Riazipour M, Kamkar A, Shalhehi HR, Nejad ASM (2012) Occurrence of aflatoxin M-1 in white cheese samples from Tehran, Iran. *Food Control* 23:293-295
- Tekinşen KK, Tekinşen OC (2005) Aflatoxin M1 in white pickle and Van otlu (herb) cheeses consumed in southeastern Turkey. *Food Control*, 16:565-568
- Tekinşen KK, Eken HS (2008) Aflatoxin M1 levels in UHT milk and kashar cheese consumed in Turkey. *Food and Chemical Toxicology* 46: 3287-3289
- Tekinşen KK, Uçar G (2008) Aflatoxin M1 level s in butter and cream cheese consumed in Turkey. *Food Control*, 19: 27-30
- Tekinşen OC (1993) Beyaz peynirin yapım metotları üzerinde karşılaştırmalı incelemeler. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 30: 449-466
- Torkar KG, Vengust A (2008) The presence of yeasts, moulds and aflatoxin M1 in raw milk and cheese in Slovenia. *Food Control* 19: 570-577
- Turgay Ö, Aksakal DH, Sünnetçi ÖT, Aksakal DH, Sünnetçi S, Celik AB (2010) A survey of aflatoxin M1 levels in Kahramanmaraş cheese. *Turk. J. Vet. Anim. Sci* 34: 1-4, TÜBİTAK
- Trucksess MW, Page SW (1986. Examination of imported cheeses for aflatoxin M1. *Journal of Food Protection*. 49(8): 632-633
- Van Egmond HP (1991) Mycotoxins. *International Dairy Federation. Special issue*, 9101: 131-135
- Yapar K, Elmali M, Kart A, Yaman H (2008) Aflatoxin M1 levels in different type of cheese products produced in Turkey. *Medycyna Wet* 64: 53-55
- Yaroğlu T (2002). Türk Silahlı Kuvvetlerine Bağlı Askeri Birliklerde Tüketime Sunulan Peynirlerde AFM1 düzeylerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Besin Hijyeni ve Teknoloji Anabilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa
- Yaroğlu T, Oruç HH, Tayar M (2005) Aflatoxin M1 levels in cheese samples from some provinces of Turkey. *Food Control* 16: 883-885

Sorumlu Yazar

Selda BULCA

sbulca@adu.edu.tr

Geliş Tarihi : 17.02.2013

Kabul Tarihi : 07.04.2013